



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Übersetzung der  
**europäischen Patentschrift**  
⑨7 EP 0 991 924 B 1  
⑩ DE 698 04 795 T 2

⑤1 Int. Cl. 7:  
**G 01 J 3/46**  
H 04 N 1/60

②1	Deutsches Aktenzeichen:	698 04 795.8
⑧6	PCT-Aktenzeichen:	PCT/US98/09764
⑨6	Europäisches Aktenzeichen:	98 922 254.2
⑧7	PCT-Veröffentlichungs-Nr.:	WO 99/00648
⑧6	PCT-Anmeldetag:	13. 5. 1998
⑧7	Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung:	7. 1. 1999
⑨7	Erstveröffentlichung durch das EPA:	12. 4. 2000
⑨7	Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	10. 4. 2002
④7	Veröffentlichungstag im Patentblatt:	28. 11. 2002

③0 Unionspriorität:  
884411 27. 06. 1997 US

⑦3 Patentinhaber:  
Imation Corp., St. Paul, Minn., US

⑦4 Vertreter:  
Patentanwälte von Kreisler, Selting, Werner et col.,  
50667 Köln

⑧4 Benannte Vertragsstaaten:  
DE, FR, GB, IT

⑦2 Erfinder:  
EDGE, J., Christopher, Saint Paul, US; FISCHER, A.,  
Timothy, Saint Paul, US

⑤4 CHARAKTERISIERUNG VON FARBBILDAUFNAHMESYSTEMEN

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 698 04 795 T 2

DE 698 04 795 T 2

09.07.02

Europäisches Patent 0 991 924  
Deutsches Aktenzeichen 698 04 795.8-08  
Kodak Polychrome Graphics LLC

### **Gebiet der Erfindung**

Die vorliegende Erfindung betrifft Farbabbildungssysteme. Insbesondere be-  
trifft die vorliegende Erfindung das Charakterisieren von Farbabbildungssys-  
5 temen zur Berücksichtigung von wahrnehmbaren Effekten.

### **Hintergrund der Erfindung**

10 Farbproduktionsverfahren beinhalten typischerweise die Verwendung von  
Farbabbildungssystemen zum Herstellen von Farben auf verschiedenen Me-  
dien. Diese Farbabbildungssysteme können zum Kopieren einer Farbabbildung  
von einem Medium auf ein anderes Medium verwendet werden, z. B. von ei-  
nem gedruckten Exemplar auf ein anderes oder von einem Bildschirm auf ein  
15 Druckexemplar. Farbproduktionsverfahren werden in verschiedenen Anwen-  
dungsumgebungen angewandt, z. B. bei Farbandruckanwendungen. Bei Farb-  
produktionsverfahren ist es wünschenswert, Farben über unterschiedliche  
Medien betrachtet gleich auszuführen. Zum akkuraten Reproduzieren von  
Farben werden bei zahlreichen Verfahren Farbkoordinatensysteme, die als  
20 Farbräume bekannt sind, zum Charakterisieren des Farbausgangs von Farb-  
abbildungssystemen verwendet. Ein normalerweise verwendeter Farbraum ist  
der Commission Internationale de l'Eclairage (CIE)  $L^*a^*b^*$ -Raum.

Farbräume können ferner zum Charakterisieren des Farbausgangs eines Farb-  
25 abbildungssystems relativ zu den anderen Farbabbildungssystemen verwendet  
werden. Das Charakterisieren eines Farbabbildungssystems umfasst typi-  
scherweise das Berechnen einer Farbempfindlichkeitsfunktion für das Farbab-

bildungssystem, bei dem die Koordinaten des Farbraums, z. B. die Koordinaten  $L^*$ ,  $a^*$  und  $b^*$  des CIE  $L^*a^*b^*$ -Raums, verwendet werden.

5 Bei Farbcharakterisierungssystemen wird häufig versucht, psychophysikalische und andere Auswirkungen auf die menschliche Farbwahrnehmung zu berücksichtigen. Bei inadäquater Anwendung bringen diese Auswirkungen über die Farabbildungssysteme betrachtet möglicherweise Ungleichförmigkeiten in die Farbcharakterisierung. Diese Ungleichförmigkeiten können zu Unterschieden in dem Erscheinungsbild der Farben zwischen verschiedenen Farabbildungssystemen führen und die Genauigkeit der Farbcharakterisierung vermindern.

15 Eine psychophysikalische Auswirkung auf die menschliche Farbwahrnehmung, die als Adaption bekannt ist, beinhaltet die Auswirkung umgebender Farben auf das subjektive Erscheinungsbild einer Farbe. Farben erscheinen z. B. dunkler, wenn sie gegen einen relativ hellen Hintergrund betrachtet werden. Im Gegensatz dazu führt ein dunkler Hintergrund dazu, dass Farben heller erscheinen, als sie tatsächlich sind.

20 Viele Farabbildungssysteme werden in Verbindung mit dem Anzeigen von Farben gegen einen nominell weißen Hintergrund oder eine weiße Referenz, wie z. B. Papier oder andere Medien, verwendet. Verschiedene Farabbildungssysteme können das Herstellen von Farben auf Medien mit unterschiedlichen weißen Referenzen umfassen. Das menschliche Auge nimmt die unterschiedlichen weißen Referenzen als Weiß und andere auf den Medien hergestellte Farben relativ zu den jeweiligen weißen Referenzen wahr. Folglich wird  
25 eine einzelne objektive Farbe je nach Hintergrund unterschiedlich subjektiv wahrgenommen.

30 Bei einigen Farbcharakterisierungssystemen wird versucht, die Unterschiede in den weißen Referenzen durch Anwendung von Transformationen zur Modifizierung von Tristimuluswerten auf der Basis der weißen Referenz zu kompensieren. Obwohl solche Systeme bei der Charakterisierung einer relativen Farbe

innerhalb eines einzelnen Farbabbildungssystems bei Vorgabe eines speziellen Abbildungsmediums und spezieller Betrachtungsbedingungen, wie Beleuchtung und Betrachtungswinkel, effektiv sind, erzeugen viele dieser Systeme weniger genaue Ergebnisse, wenn Farben zwischen verschiedenen Farbabbildungssystemen transformiert werden. Ein Problem, dem bei vielen Farbcharakterisierungssystemen zuwenig Aufmerksamkeit geschenkt wird, ist der Effekt der Abweichung in der weißen Referenz bei verschiedenen Farbabbildungssystemen aufgrund von Unterschieden in dem Abbildungssubstrat oder dem Weißpunkt der Anzeige. Bei einigen Farbcharakterisierungssystemen, bei denen der CIE  $L^*a^*b^*$ -Farbraum benutzt wird, werden z. B. Ungleichförmigkeiten in abgeglichenen Farbdrucksystemen mit unterschiedlicher weißer Referenz des Abbildungssubstrats erzeugt. Insbesondere hat sich herausgestellt, dass bei einigen dieser Farbcharakterisierungssysteme starke Ungleichförmigkeiten erzeugt worden sind, wenn eine Abbildung von einer im wesentlichen weißen Abbildungsbasis auf eine leicht ins Blaue verschobene Abbildungsbasis erfolgte.

Es wurde beobachtet, dass andere Farbcharakterisierungssysteme, bei denen unterschiedliche Farbräume verwendet werden, eine gleichförmige Abbildung bei hellen Farbschattierungen, jedoch eine weniger gleichförmige Abbildung bei intensiveren Farben erzeugten. Als Folge davon führt nach einer Erzeugung einer Transformationsfunktion zwecks Abgleichung von Farbwerten zweier Farbabbildungssysteme eine Bedienungsperson typischerweise eine bedeutende empirische Anpassung durch, um eine akzeptable visuelle Abgleichung zu erreichen. Diese empirische Anpassung ist möglicherweise arbeitsintensiv und zeitaufwendig.

Ein weiterer psychophysikalischer wahrnehmbarer Effekt ist als Schwarzpunktadaption bekannt. Dieses Phänomen beinhaltet die Wahrnehmung einer fast schwarzen Farbe als Schwarz trotz des Vorhandenseins von Streulicht, das der fast schwarzen Farbe Tristimuluswerte ungleich Null verleiht. Dieser Effekt macht sich besonders dann bemerkbar, wenn ein Farbcharakterisierungssystem versucht, wahrgenommene Farben auf einem Computermonitor

zu charakterisieren, auf dem fast schwarze Farben trotz beträchtlichen Streulichts, das von Vorrichtungen so gemessen wird, als hätte es Tristimuluswerte, die wesentlich höher sind als Null, als Schwarz erscheinen.

- 5    Andere Farbcharakterisierungssysteme sind auch anfällig für wahrnehmbare Effekte, die auf die Schwarzpunktadaption zurückzuführen sind. Die Verwendung bestimmter Farbcharakterisierungssysteme zum Simulieren von Zeitungsfarben auf undurchsichtigem Papier führt z. B. dazu, das die reproduzierten Farben ausgewaschen erscheinen. Dieses Ergebnis ist auf die hohen
- 10    Tristimuluswerte von ungleich Null für die dunkelste Farbe oder die schwarze Referenz auf dem Zeitungspapier zurückzuführen. Diese Tristimuluswerte von ungleich Null sind teilweise auf Streulicht, das von den groben Fasern gestreut wird, und teilweise auf unzureichendes Aufbringen von Tinte auf das Zeitungspapier zurückzuführen. Viele herkömmliche Farbcharakterisierungssysteme sind nicht in der Lage, die Schwarzpunktadaption ausreichend zu kompensieren.
- 15

- In EP-A-0 273 398 ist ein Verfahren zum Transformieren eines Farbvektors eines Abbildungssystems in einen Farbvektor eines anderen Abbildungssystems unter Verwendung von 125 Referenzvektoren beschrieben.
- 20

### **Zusammenfassender Überblick über die Erfindung**

- 25    Gemäß einer Ausführungsform betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Charakterisieren eines Farbabbildungssystems. Das Verfahren, das in dem unabhängigen Anspruch 1 definiert ist, umfasst das Bereitstellen erster Farbwerte in einem Farbkoordinatensystem unter Verwendung von Ausgangsproben des Farbabbildungssystems. Die ersten Farbwerte stellen die Farben
- 30    der Ausgangsproben dar und werden in einem vorrichtungsunabhängigen Farbkoordinatensystem unter Verwendung erster Referenzwerte, z. B. eines weißen Referenzvektors, und zweiter Referenzwerte, z. B. eines schwarzen

Referenzvektors, in zweite Farbwerte konvertiert. Die ersten Referenzwerte werden unter Verwendung der ersten Farbwerte angepasst.

- 5 Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst ein Farbcharakterisierungsverfahren das Bereitstellen erster Farbwerte in einem Farbkoordinatensystem. Die ersten Farbwerte stellen Farben von Ausgangsproben des Farbabbildungssystems dar und werden in einem vorrichtungsunabhängigen Farbkoordinatensystem in zweite Farbwerte konvertiert. Die ersten und zweiten Referenzwerte werden in dem Konvertierungsverfahren benutzt. Die ersten Referenzwerte werden anhand der zweiten Referenzwerte berechnet, welche als eine Funktion eines Mediums berechnet werden. Die ersten Referenzwerte werden unter Verwendung der ersten Farbwerte angepasst.
- 10
- 15 Bei einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems erfolgt die Farbcharakterisierung mit Hilfe einer Computeranordnung. Die Computeranordnung ist zum Empfangen erster Farbwerte in einem Farbkoordinatensystem vorgesehen. Die ersten Farbwerte stellen Farben von Ausgangsproben dar. Ein Speicher spricht auf die Computeranordnung an und ist zum Speichern zweiter Farbwerte in einem vorrichtungsunabhängigen Farbkoordinatensystem vorgesehen. Die Computeranordnung ist ferner zum Konvertieren der ersten Farbwerte in die zweiten Farbwerte unter Verwendung erster und zweiter Referenzwerte vorgesehen, wobei die ersten Referenzwerte mittels der zweiten Referenzwerte angepasst werden.
- 20
- 25 Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Farbtransformationsverfahren zum Durchführen einer Farbtransformation zwischen ersten und zweiten Farbabbildungssystemen. Das Farbtransformationsverfahren umfasst das Bereitstellen erster und zweiter Farbwerte, die jeweils Farben von Ausgangsproben der ersten und zweiten Farbabbildungssysteme darstellen. Die ersten und zweiten Farbwerte werden jeweils unter Verwendung eines vorrichtungsunabhängigen Farbkoordinatensystems in dritte und vierte Farbwerte konvertiert. Erste Referenzwerte werden anhand eines Mediums berechnet, und zweite Referenzwerte werden anhand der ersten Referenzwerte
- 30

und zweite Referenzwerte werden anhand der ersten Referenzwerte berechnet. Die zweiten Referenzwerte werden unter Verwendung der ersten und zweiten Farbwerte angepasst. Farbtransformationswerte werden anhand der dritten und vierten Farbwerte erzeugt. Das Verfahren kann mit einer Farbtransformationsanordnung durchgeführt werden.

### **Figurenkurzbeschreibung**

- 10 Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild einer Farbcharakterisierungsanordnung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 2 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Beispiels für ein Farbcharakterisierungsverfahren gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und
- 15 Fig. 3 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Farbtransformationsverfahrens gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

### **Detaillierte Beschreibung der verschiedenen Ausführungsformen**

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vielzahl von Systemen zum Charakterisieren von die Farbabbildungssystemen. Die vorliegende Erfindung hat sich als besonders vorteilhaft zum Charakterisieren von Farbabbildungssystemen, die für bestimmte wahrnehmbare Effekte anfällig sind, und zum Transformieren von Farben zwischen Farbabbildungssystemen erwiesen. Die Erfindung wird am besten anhand dieser besonderen Anwendungsbeispiele verständlich.

30 Gemäß einem Aspekt der vorliegende Erfindung ist ein Farbcharakterisierungsverfahren zum Erzeugen einer Charakterisierung oder eines Profils eines Farbabbildungssystems auf eine Vielzahl von Farbabbildungssystemen an-

wendbar. Die Charakterisierung kann z. B. zum Analysieren eines einzelnen Farbabbildungssystems oder zum Transformieren der Farbempfindlichkeit eines Farbabbildungssystems derart, dass es der Farbempfindlichkeit eines anderen Farbabbildungssystems entspricht, dienen. Für das Farbcharakterisierungsverfahren wird ein vorrichtungsunabhängiger Farbraum verwendet, der Referenzvektoren zum Kompensieren wahrnehmbarer Effekte enthält, die z. B. auf die psychophysikalische Reaktion eines menschlichen Betrachters zurückzuführen sind. Diese wahrnehmbaren Effekte hängen z. B. von der Beleuchtung, der Hintergrundfarbe, dem Betrachtungswinkel und/oder anderen variablen Größen ab. Durch Kompensation dieser Effekte wird mit dem Verfahren eine akkurate Charakterisierung von Farbabbildungssystemen durchgeführt und die Genauigkeit der Übertragung zwischen Farbabbildungssystemen verbessert.

Fig. 1 zeigt beispielhaft ein erfindungsgemäßes System 100 zum Charakterisieren eines Farbabbildungssystems. Das System 100 weist eine in geeigneter Weise programmierte Computeranordnung 102 auf. Die Computeranordnung 102 kann unter Verwendung einer Vielzahl von herkömmlicher Vorrichtungen, z. B. einem Personalcomputer und einer auf CD-ROM basierenden Software, implementiert werden. Andere auf einem Computer basierende Ausgestaltungen sind ebenfalls verwendbar. Die Computeranordnung 102 kann z. B. unter Verwendung eines Mikroprozessors implementiert werden, der auf einen ROM-Speicher zugreift, in den ein Software-Anwendungsprogramm geladen ist. Das Software-Anwendungsprogramm kann z. B. in ein Farbmanagement-Softwarepaket eingebaut sein, wie z. B. in das Imation's Rainbow™-Farbandrucksystem, das bei Imation Corp., Oakdale, Minnesota, erhältlich ist. Alternativ kann die Computeranordnung 102 als Teil eines intelligenten Druckers vorgesehen sein. Bei einer solchen Konfiguration ist das Software-Anwendungsprogramm z. B. in einen Druckerspeicher geladen.

30

Die Computeranordnung 102 erhält Farbdaten 104, die Farben von Ausgangsproben eines zu charakterisierenden Farbabbildungssystems darstellen. Das Farbabbildungssystem kann z. B. ein Farbdrucksystem, ein Farbanzeigesys-



tem oder ein Farbprojektiersystem sein. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass das Farbcharakterisierungsverfahren auf andere Arten von erfindungsgemäßen Farbabbildungssystemen anwendbar ist. Die Farbdaten 104 können z. B. direkt von einem Farbabbildungssystem erhalten werden, und zwar über  
5 eine Farbmessvorrichtung 103, wie z. B. einen Kolorimeter oder einen Spektrofotometer, oder durch Zugreifen auf eine in einem Farbdatenspeicher 105 gespeicherte Farbdatei. Die gestrichelten Linien um die Farbmessvorrichtung 103 und den Farbdatenspeicher 105 in Fig. 1 zeigen an, dass entweder eine Vorrichtung oder beide Vorrichtungen die Farbdaten 104 zur Verfügung stellen  
10 kann/können. Ein Kolorimeter kann z. B. zum Messen von Farbwerten für auf Papier hergestellte Testflecken zum Charakterisieren eines Farbdrucksystems vorgesehen sein.

Die Farbmessvorrichtung 103 kann z. B. ein Farbmesssystem aufweisen, wie  
15 z. B. eine Gretag™ SPM 50-Farbmesseinrichtung, die bei Gretag, Inc., Regensdorf, Schweiz, erhältlich ist, oder ein Densitometer, wie z. B. ein X-Rite Farbdensitometer, das bei X-Rite, Grandville, Michigan, erhältlich ist. Alternativ weist die Farbmessvorrichtung zum Charakterisieren von Farbanzeige- oder -projiziersystemen wahlweise eine Videokamera oder eine Digitalkamera  
20 auf. Die von der Farbmessvorrichtung erhaltenen Farbdaten 104 können als Farbdatei in den Farbdatenspeicher oder direkt in einen der Computeranordnung zugeordneten Speicher geladen werden. Die Computeranordnung 102 kann auf die Farbdatei zugreifen, um vorherige, von der Farbmessvorrichtung gemessene Farbdaten 104 zu erhalten. Der Farbdatenspeicher speichert  
25 wahlweise mehrere Farbdateien für eine Vielzahl von unterschiedlichen Farbabbildungssystemen. Das System 100 kann somit zum Charakterisieren eines aus mehreren Farbabbildungssystemen, bei denen Farbdaten 104 im Farbdatenspeicher gespeichert sind, ausgewählten Farbabbildungssystems verwendet werden.

30

Die Farbdaten 104 stellen z. B. CIE XYZ-Tristimuluswerte für jede Farbausgangssprobe aus einer Vielzahl von von einem Farbabbildungssystem erzeugten Farbausgangssproben dar. Alternativ können die Farbdaten 104 andere

Arten von Farbwerten umfassen, die in CIE XYZ-Tristimuluswerte konvertiert werden können. Die Farbdaten 104 werden zum Prüfen des Bereichs oder des Umfangs von Farben ausgewählt, die von dem zu untersuchenden Farbabbildungssystem realisiert werden können. Das Auswählen der Farbdaten 104 zum Prüfen des Umfangs bewirkt über den Umfang betrachtet eine große Verbesserung hinsichtlich der Genauigkeit der Charakterisierung.

Die Farbdaten 104 enthalten typischerweise Daten, die von der Computeranordnung 102 zum Berechnen eines weißen Referenzvektors 108 und eines schwarzen Referenzvektors 110 verwendet werden. Diese Daten enthalten z. B. Farbwerte für eine Abbildungsbasis, wie z. B. Papier, und Farbwerte für einen maximalen Farbausgang des Farbabbildungssystems. Die CIE XYZ-Tristimuluswerte stellen die relativen Mengen an Primärfarbenstimuli zum Angleichen von Farben innerhalb des CIE-Farbsystems dar. Die relativen X-, Y- und Z-Werte werden z. B. durch die Energieverteilung des Leuchtkörpers, z. B.  $D_{50}$ , und die CIE-Normalbeobachterfunktion, z. B.  $2^\circ$  oder  $10^\circ$ , beeinflusst. Alternativ können die Farbdaten 104 z. B. RGB- oder CMYK-Daten sein.

Fig. 2 zeigt beispielhaft ein erfindungsgemäßes Farbcharakterisierungsverfahren 200 zum Charakterisieren eines Farbabbildungssystems. Gemäß Fig. 2 erhält in Block 202 ein System, wie z. B. das in Fig. 1 gezeigte Farbcharakterisierungssystem 100, CIE XYZ-Farbwerte. Dies kann z. B. entweder direkt aus den Farbdaten oder durch Konvertieren von einer anderen Art von Farbdaten realisiert werden. Als nächstes berechnet im Block 204 das System einen Satz von Werten, der als schwarzer Referenzvektor bekannt ist. Der schwarze Referenzvektor kompensiert die Schwarzpunktadaption, die z. B. auftritt, wenn eine auf einem Computermonitor angezeigte nominell schwarze Farbe dem menschlichen Auge trotz einer beträchtlichen Menge an Streulicht, das der nominell schwarzen Farbe hohe Tristimuluswerte ungleich Null verleiht, schwarz erscheint. Der schwarze Referenzvektor ist konfigurierbar und kann unter Anwendung einer Vielzahl von Verfahren, die für ein spezifisches Abbildungsmedium geeignet sind, berechnet werden. In bestimmten Anwendungsumgebungen, in denen die schwarze Referenz fast Null ist, kann ein

Vektor von Nullen z. B. als schwarzer Referenzvektor verwendet werden. Bei bestimmten Farbdrucksystemen, bei denen ein Cyan-Magenta-Gelb-Schwarz- (CMYK-) Farbraum verwendet wird, kann der schwarze Referenzvektor mit Hilfe gemessener Tristimuluswerte, die Cyan-, Magenta- und Gelbwerten von Null und einem maximalen Schwarzwert entsprechen, definiert werden. Alternativ kann der schwarze Referenzvektor mittels gemessener Tristimuluswerte eingestellt werden, die maximalen Werten aller vier Farbstoffe oder Cyan-, Magenta-, Gelb- und Schwarz-Werten, die zu einer maximalen Abdeckung mit schwarzer Tinte für einen maximalen Schwarzwert führen, entsprechen. In bestimmten anderen Anwendungsumgebungen mit einem Rot-Grün-Blau- (RGB-) Koordinatensystem kann der schwarze Referenzvektor anhand der gemessenen Tristimuluswerte berechnet werden, die Rot-, Grün- und Blauwerten von Null entsprechen.

Zum Charakterisieren anderer Farbabbildungssysteme kann das Farbcharakterisierungssystem den schwarzen Referenzvektor durch Multiplizieren von Tristimuluswerten eines perfekten weißen Diffusors ( $X_n, Y_n, Z_n$ ) mit einem vorgewählten Skalierfaktor  $\beta$  berechnen. Bei einem perfekten Schwarzpunkt, d. h. einem Schwarzpunkt mit null Tristimuluswerten, ist  $\beta$  gleich Null. Bei imperfekten Schwarzpunkten ist  $\beta$  ungleich Null. Das Berechnen des schwarzen Referenzvektors mit Hilfe eines Skalierfaktors  $\beta$  hat sich als besonders sinnvoll beim Transformieren von Farbwerten zwischen bestimmten Farbabbildungssystemen, wie z. B. einem Farbdrucksystem zum Farbdrucken auf Zeitungspapier und dem Imation Rainbow™-Farbandrucksystem, erwiesen. Die Verwendung gemessener Tristimuluswerte zum Berechnen des schwarzen Referenzvektors hat sich beim Angleichen von Farben zwischen einem Farbanzeigesystem zum Anzeigen von Farben auf einem Farbmonitor und dem Imation Matchprint™-Farbandrucksystem von Imation Corp., Oakdale, Minnesota, als besonders sinnvoll erwiesen.

Block 206 in Fig. 2 zeigt, dass das Farbcharakterisierungssystem nach dem Berechnen des schwarzen Referenzvektors einen weißen Referenzvektor berechnet. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass das System alternativ den

weißen Referenzvektor vor dem Berechnen des schwarzen Referenzvektors berechnen kann. Der weiße Referenzvektor ist ein Vektor, der durch die Tristimuluswerte  $X_n$ ,  $Y_n$  und  $Z_n$  definiert wird, die für eine dem Farbbildungssystem zugeordnete weiße Referenz erhalten werden. Es kann eine Vielzahl von weißen Referenzen verwendet werden. Bei einigen Farbbildungssystemen, wie z. B. solchen, die den CIELAB-Farbraum benutzen, enthält z. B. der weiße Referenzvektor Tristimuluswerte  $X_N$ ,  $Y_N$  und  $Z_N$  für einen völlig diffus strahlenden weißen Reflektor, d. h. ein Medium mit einer maximalen Reflexion über das gesamte sichtbare Lichtspektrum. Die Verwendung eines völlig diffus strahlenden weißen Reflektors zum Erhalten des weißen Referenzvektors führt bei den meisten Farben zu relativ genauen Ergebnissen.

Bei bestimmten anderen Farbbildungssystemen wird der weiße Referenzvektor anhand eines Abbildungsbasisvektors berechnet, der von Tristimuluswerten  $X_b$ ,  $Y_b$  und  $Z_b$  definiert wird, welche für eine dem spezifischen, zu untersuchenden Farbbildungssystem zugeordnete Abbildungsbasis erhalten wird. Bei einem Farbdrucksystem ist die Abbildungsbasis z. B. das Drucksubstrat, auf das Farbstoffe zum Herstellen eines Bildes aufgebracht werden. Bei einem Farbanzeige- oder Farbprojiziersystem ist die Abbildungsbasis der von dem Anzeige- oder Projiziersystem erzeugte Weißpunkt. Diese Vorgehensweise führt zu einer genauen Reproduktion von Farben nahe dem Medium Weiß.

In Block 208 passt das Farbcharakterisierungssystem nach dem Berechnen des weißen Referenzvektors den weißen Referenzvektor gemäß den spezifischen Farbdaten an, die auf den erfindungsgemäßen modifizierten Farbraum konvertiert werden. Durch das Anpassen des weißen Referenzvektors  $(X_n, Y_n, Z_n)$  wird ein angepasster weißer Referenzvektor  $(X_n', Y_n', Z_n')$  erzeugt. Der angepasste weiße Referenzvektor  $(X_n', Y_n', Z_n')$  wird zum Konvertieren der Farbdaten in modifizierte Farbdaten in dem modifizierten Farbraum verwendet.

Der weiße Referenzvektor  $(X_n, Y_n, Z_n)$  kann durch Anwendung einer Vielzahl von Verfahren angepasst werden, einschließlich z. B. Gleichungen und/oder

Schätzverfahren. Bei einem Farbkoordinatensystem, bei dem L\*-, a\*- und b\*-Koordinaten verwendet werden, kann der weiße Referenzvektor  $(X_n, Y_n, Z_n)$  zum Erzeugen des angepassten weißen Referenzvektors  $(X'_n, Y'_n, Z'_n)$  gemäß den folgenden Gleichungen angepasst werden:

5

$$X'_n = X_b(1 - \text{sat}(X, X_{bp}, X_n)) + X_n \cdot \text{sat}(X, X_{bp}, X_n)$$

$$Y'_n = Y_b(1 - \text{sat}(Y, Y_{bp}, Y_n)) + Y_n \cdot \text{sat}(Y, Y_{bp}, Y_n)$$

$$Z'_n = Z_b(1 - \text{sat}(Z, Z_{bp}, Z_n)) + Z_n \cdot \text{sat}(Z, Z_{bp}, Z_n),$$

10

wobei

$$\text{sat}(X, X_{bp}, X_n) = (X - X_n) / (X_{bp} - X_n)$$

$$\text{sat}(Y, Y_{bp}, Y_n) = (Y - Y_n) / (Y_{bp} - Y_n)$$

$$\text{sat}(Z, Z_{bp}, Z_n) = (Z - Z_n) / (Z_{bp} - Z_n)$$

15

$X_{bp}$ ,  $Y_{bp}$ , und  $Z_{bp}$  sind Tristimuluswerte mit dem schwarzen Referenzvektor  $(X_{bp}, Y_{bp}, Z_{bp})$ . Alternativ kann ein Vektor  $(X_{\max}, Y_{\max}, Z_{\max})$  mit den Tristimuluswerten der gesättigsten Werte in dem spezifischen Abbildungssystem gegen den schwarzen Referenzvektor  $(X_{bp}, Y_{bp}$ , und  $Z_{bp})$  ausgetauscht werden. Zum

20

Vereinfachen der Berechnungen kann der Vektor  $(X_{\max}, Y_{\max}, Z_{\max})$  häufig auf Null gestellt werden, da sich die Tristimuluswerte in der gesättigsten Farbe, z. B. maximalem Schwarz, Null annähern. Das Berechnen der Sättigung für jeden Tristimuluswert hat sich in vielen Fällen als genauer erwiesen als das Berechnen eines einzelnen Sättigungswerts für alle drei Tristimuluswerte. Bei

25

bestimmten Farben nimmt das menschliche Auge z. B. eine beträchtliche Sättigung in einem Tristimuluswert wahr, in anderen Tristimuluswerte jedoch eine geringe Sättigung. Obwohl der weiße Referenzvektor mit den oben beschriebenen Funktionen angepasst werden kann, können in bestimmten Anwendungsumgebungen komplexere Funktionen zum Erzeugen verbesserter

30

visueller Abgleichungen angewandt werden. Der weiße Referenzvektor kann z. B. mit polynomischen Funktionen höherer Ordnung angepasst werden. Alternativ kann der weiße Referenzvektor als Funktion der Helligkeits- und Farbigkeitspegel angepasst werden.

Als nächstes werden in Block 210 die Tristimulusfarbwerte in modifizierte Farbwerte in einem modifizierten Farbraum z. B. mit  $L^*$ -,  $a^*$ - und  $b^*$ -Koordinaten konvertiert. Wenn der schwarze Referenzvektor ( $X_{bp}, Y_{bp}, Z_{bp}$ ) im Block 208 zum Anpassen des weißen Referenzvektors verwendet wird, können die modifizierten Farbwerte z. B. mittels der folgenden Gleichungen berechnet werden:

$$L^* = 116((Y - Y_{bp}) / (Y_n' - Y_{bp}))^{1/3} - 16$$

$$a^* = 500 [((X - X_{bp}) / (X_n' - X_{bp}))^{1/3} - ((Y - Y_{bp}) / (Y_n' - Y_{bp}))^{1/3}]$$

$$b^* = 200 [((Y - Y_{bp}) / (Y_n' - Y_{bp}))^{1/3} - ((Z - Z_{bp}) / (Z_n' - Z_{bp}))^{1/3}]$$

In Anwendungsumgebungen, in denen der Vektor ( $X_{max}, Y_{max}, Z_{max}$ ) zum Anpassen des weißen Referenzvektors verwendet wird und auf Null gestellt ist, werden die obigen Gleichungen auf folgende Formen reduziert:

$$L^* = 116(Y/Y_n')^{1/3} - 16$$

$$a^* = 500[(X/X_n')^{1/3} - (Y/Y_n')^{1/3}]$$

$$b^* = 200[(Y/Y_n')^{1/3} - (Z/Z_n')^{1/3}]$$

Es sei darauf hingewiesen, dass andere vorrichtungsunabhängige Farbräume zum Konvertieren der Tristimulusfarbwerte verwendet werden können. Weitere Beispiele für Farbräume, die verwendet werden können, umfassen, sind jedoch nicht beschränkt auf, HUNTLAB-, ICPF LAB- und RLAB -Farbräume.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung erfolgt die Farbtransformation zwischen unterschiedlichen Farabbildungssystemen. Fig. 3

- zeigt ein beispielhaftes Verfahren zum Durchführen dieser Transformation. Das Verfahren kann z. B. mit dem in Fig. 1 gezeigten Farbcharakterisierungssystem 100 durchgeführt werden. In Block 302 werden Farbdaten für die jeweiligen Farbabbildungssysteme erhalten, zwischen denen die Transformation erfolgt. In Block 304 wird ein schwarzer Referenzvektor für jedes Farbabbildungssystem mit ähnlichen Gleichungen berechnet, wie sie auch zum Berechnen des schwarzen Referenzvektors in Block 204 aus Fig. 2 angewandt werden. Als nächstes werden in Block 306 weiße Referenzvektoren für jedes Farbabbildungssystem berechnet oder geschätzt. Die weißen Referenzwerte können auf ähnliche Weise berechnet werden wie der weiße Referenzvektor in Block 206 aus Fig. 2. Wie mit Bezug auf Fig. 2 beschrieben, kann dies durch Anwendung eines für jedes Farbabbildungssystem erhaltenen Abbildungsbasisvektors erfolgen.
- 15 In Block 308 werden die weißen Referenzvektoren für jedes Farbabbildungssystem gemäß den Farbdaten für jedes Farbabbildungssystem angepasst. Diese Anpassung erfolgt mit Hilfe der Gleichungen ähnlich denen, die in Block 208 aus Fig. 2 angewandt werden, oder durch Schätzung. Die angepassten weißen Referenzvektoren werden dann zum Erzeugen von Farbtransformationswerten verwendet, mit denen Farbwerte zwischen den Farbabbildungssystemen übertragen werden. Die Farbtransformationswerte können z. B. als Einträge in eine Tabelle gespeichert werden.

Europäisches Patent 0 991 924  
 Deutsches Aktenzeichen 698 04 795.8-08  
 Kodak Polychrome Graphics LLC

### Patentansprüche

1. Farbcharakterisierungsverfahren zum Charakterisieren eines Farabbildungssystems, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

Bereitstellen erster Farbwerte, die Farben von Ausgangsproben des Farabbildungssystems darstellen; und

Konvertieren der ersten Farbwerte in zweite Farbwerte in einem vorrichtungsunabhängigen Farbkoordinatensystem unter Verwendung eines weißen Referenzvektors und eines schwarzen Referenzvektors; und

Anpassen des weißen Referenzvektors unter Verwendung des schwarzen Referenzvektors und den ersten Farbwerten gemäß folgenden Gleichungen:

$$X_n' = X_b(1 - \text{sat}(X, X_{bp}, X_n)) + X_n \cdot \text{sat}(X, X_{bp}, X_n)$$

$$Y_n' = Y_b(1 - \text{sat}(Y, Y_{bp}, Y_n)) + Y_n \cdot \text{sat}(Y, Y_{bp}, Y_n)$$

$$Z_n' = Z_b(1 - \text{sat}(Z, Z_{bp}, Z_n)) + Z_n \cdot \text{sat}(Z, Z_{bp}, Z_n),$$

wobei

$$\text{sat}(X, X_{bp}, X_n) = (X - X_n) / (X_{bp} - X_n)$$

$$\text{sat}(Y, Y_{bp}, Y_n) = (Y - Y_n) / (Y_{bp} - Y_n)$$

$$\text{sat}(Z, Z_{bp}, Z_n) = (Z - Z_n) / (Z_{bp} - Z_n)$$

$X_n'$ ,  $Y_n'$  und  $Z_n'$  Tristimuluswerte für den angepassten weißen Referenzvektor sind,



$X_n$ ,  $Y_n$  und  $Z_n$  Tristimuluswerte für einen perfekten weißen Diffusor sind,

$X$ ,  $Y$  und  $Z$  Tristimuluswerte für die ersten Farbwerte sind, die einer Konvertierung unterzogen werden,

$X_{bp}$ ,  $Y_{bp}$ ,  $Z_{bp}$  Tristimuluswerte für den schwarzen Referenzvektor sind, und

$X_b$ ,  $Y_b$  und  $Z_b$  Tristimuluswerte für eine dem Farbabbildungssystem zugeordnete Abbildungsbasis sind.

2. Farbcharakterisierungsverfahren nach Anspruch 1, ferner mit dem Schritt des Definierens des schwarzen Referenzvektors als ein Vektor aus Nullen.
3. Farbcharakterisierungsverfahren nach Anspruch 1, ferner mit dem Schritt des Definierens des schwarzen Referenzvektors unter Verwendung eines Maximalwerts in einem schwarzen Kanal des Farbabbildungssystems und Mindestwerten in mindestens einem zusätzlichen Kanal des Farbabbildungssystems.
4. Farbcharakterisierungsverfahren nach einem der Ansprüche 1-3, ferner mit dem Schritt des Definierens des schwarzen Referenzvektors unter Verwendung von Maximalwerten in Kanälen des Farbabbildungssystems.
5. Farbcharakterisierungsverfahren nach einem der Ansprüche 1-4, bei dem das vorrichtungsunabhängige Farbkoordinatensystem ein  $L^*a^*b^*$ -Farbkoordinatensystem ist.

6. Farbcharakterisierungsverfahren nach einem der Ansprüche 1-5, ferner mit dem Schritt des Konvertierens der ersten Farbwerte in die zweiten Farbwerte unter Verwendung folgender Gleichungen:

$$L^* = 116((Y - Y_{bp}) / (Y_n' - Y_{bp}))^{1/3} - 16$$

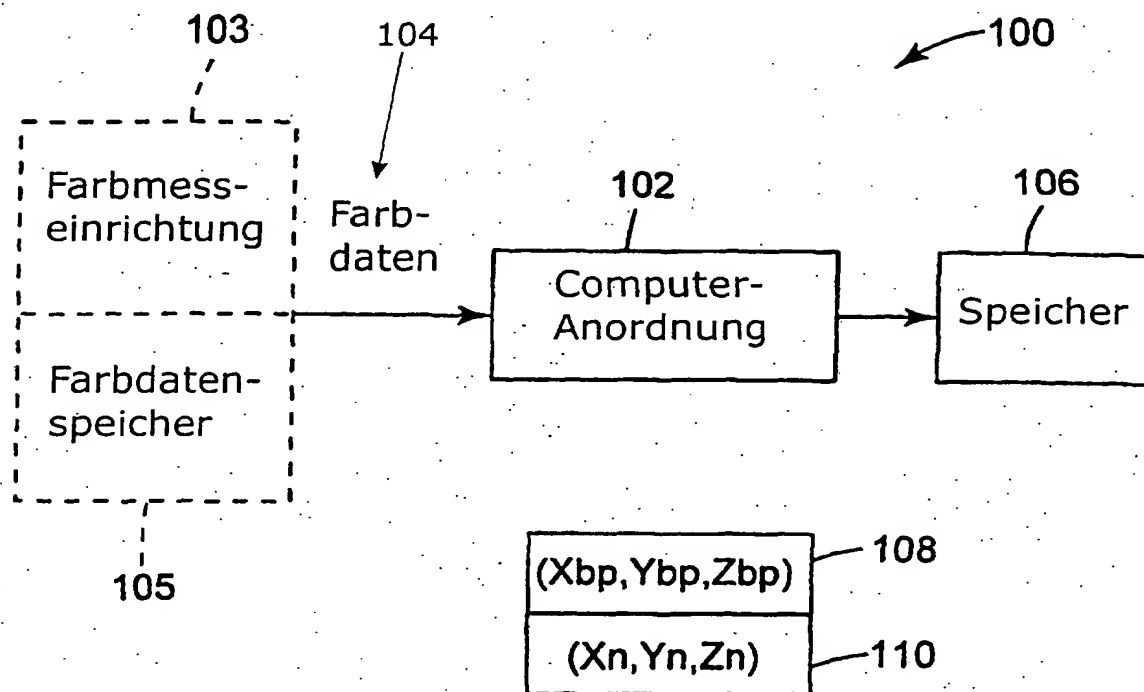
$$a^* = 500 [((X - X_{bp}) / (X_n' - X_{bp}))^{1/3} - ((Y - Y_{bp}) / (Y_n' - Y_{bp}))^{1/3}]$$

$$b^* = 200 [((Y - Y_{bp}) / (Y_n' - Y_{bp}))^{1/3} - ((Z - Z_{bp}) / (Z_n' - Z_{bp}))^{1/3}]$$

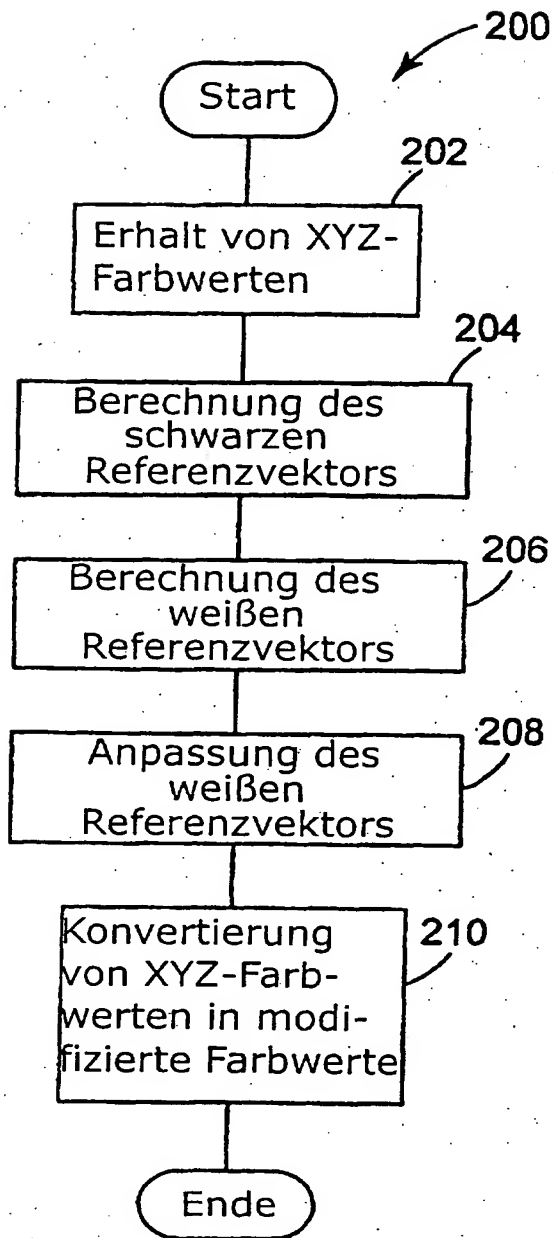
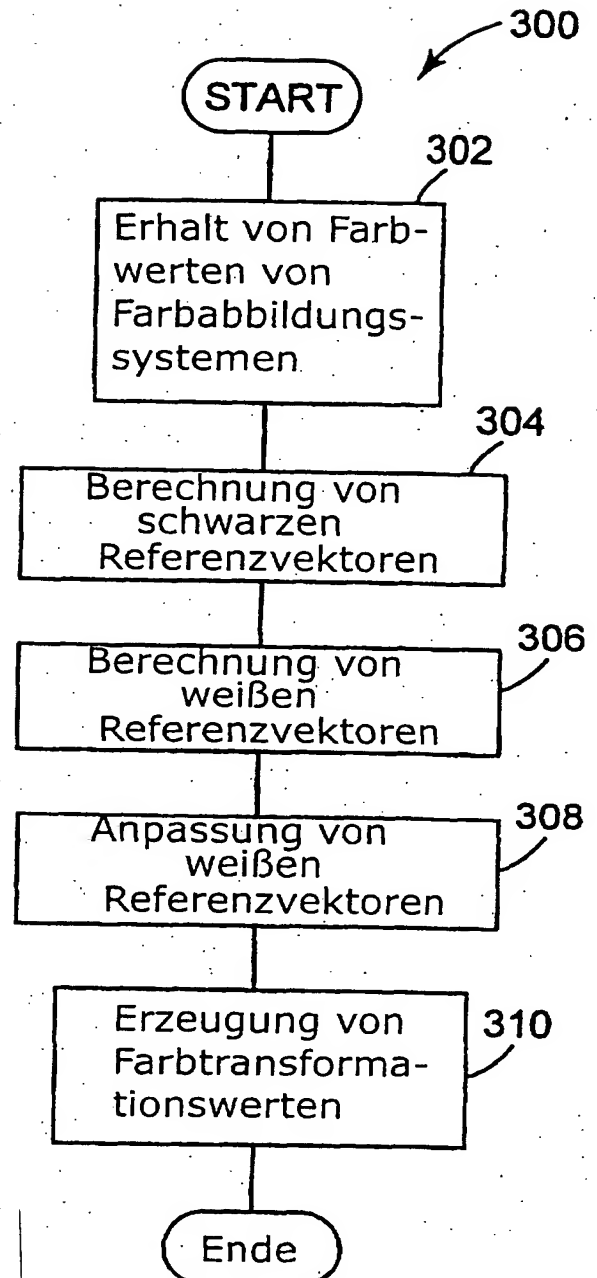
09.07.03

18

Europäisches Patent 0 991 924  
Deutsches Aktenzeichen 698 04 795.8-08  
Kodak Polychrome Graphics LLC



*Fig. 1*

**Fig. 2****Fig. 3**

Docket # HK-771  
 Applic. # 10/676,587  
 Applicant: Krabbenhöft

Lerner and Greenberg, P.A.  
 Post Office Box 2480  
 Hollywood, FL 33022-2480  
 Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101